www.revistaft.com.br

RevistaFT | ISSN 1678-0817 | v.30, n. 159, 2026 | DOI: 10.69849/r4f0nc92

Bioquímica e multiespécies: estratégias para o ensino de biologia a partir das interações metabólicas entre humanos, animais e plantas

Biochemistry and multispecies perspectives: strategies for biology teaching based on metabolic interactions among humans, animals, and plants

Janayne Cristina Gomes Fernandes[1]
Elieth Afonso de Mesquita[2]

Resumo

O ensino de bioquímica na educação básica frequentemente apresenta desafios relacionados à abstração dos conteúdos e à fragmentação do conhecimento, dificultando a compreensão dos processos que sustentam a vida. Este estudo objetivou analisar as potencialidades da perspectiva multiespécies para o ensino de bioquímica no contexto da Biologia, destacando as interações metabólicas que conectam humanos, animais, plantas e microrganismos. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica em bases de dados nacionais e internacionais, com análise de produções científicas relacionadas ao ensino de bioquímica, estudos multiespécies, interações metabólicas e estratégias pedagógicas interdisciplinares. Os resultados evidenciaram que a contextualização dos conteúdos bioquímicos a partir das relações ecológicas e metabólicas entre diferentes organismos favorece uma aprendizagem mais significativa, contribuindo para a compreensão integrada de processos como fotossíntese, respiração celular, fermentação e microbioma. A literatura analisada demonstrou que a abordagem multiespécies amplia a percepção das interdependências biológicas, fortalece a interdisciplinaridade e possibilita reflexões sobre sustentabilidade, biodiversidade e Saúde Única. Conclui-se que a integração entre bioquímica e estudos multiespécies constitui uma estratégia promissora para superar abordagens reducionistas no ensino de Ciências, promovendo uma visão sistêmica da vida e contribuindo para a formação de estudantes mais críticos, conscientes e preparados para enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos.

[1]Universidade Federal de Rondônia-UNIR, Porto Velho/RO, Brasil.
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-7564-5683
[2] Universidade Federal de Rondônia-UNIR, Porto Velho/RO, Brasil.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6562-5656

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Bioquímica; Estudos multiespécies; Interações metabólicas; Saúde Única.

Abstract

The teaching of biochemistry in basic education often faces challenges related to the abstract nature of its content and the fragmentation of knowledge, hindering the understanding of the processes that sustain life. This study aimed to analyze the potential of the multispecies perspective for teaching biochemistry in the context of Biology, highlighting the metabolic interactions that connect humans, animals, plants, and microorganisms. This qualitative, exploratory, and descriptive study was conducted through a literature review of national and international databases, examining scientific publications related to biochemistry education, multispecies studies, metabolic interactions, and interdisciplinary teaching strategies. The results showed that contextualizing biochemical concepts through ecological and metabolic relationships among different organisms promotes more meaningful learning, contributing to an integrated understanding of processes such as photosynthesis, cellular respiration, fermentation, and the microbiome. The reviewed literature demonstrated that the multispecies approach broadens the understanding of biological interdependencies, strengthens interdisciplinarity, and encourages reflections on sustainability, biodiversity, and One Health. It is concluded that the integration of biochemistry and multispecies studies constitutes a promising strategy for overcoming reductionist approaches in science education, promoting a systemic view of life and contributing to the development of more critical, aware, and prepared students capable of addressing contemporary socio-environmental challenges.

Keywords: Biology Education; Biochemistry; Multispecies Studies; Metabolic Interactions; One Health.

1 Introdução

O ensino de Biologia desempenha papel fundamental na formação científica dos estudantes ao possibilitar a compreensão dos processos que sustentam a vida e das relações entre os seres vivos e o ambiente. Entretanto, determinados conteúdos permanecem como desafios para a aprendizagem, especialmente aqueles relacionados à bioquímica. Frequentemente, conceitos como metabolismo energético, fotossíntese, respiração celular e fermentação são apresentados de forma fragmentada, excessivamente técnica e dissociada do cotidiano dos estudantes, dificultando a compreensão de sua relevância para a manutenção da vida e para os fenômenos ambientais contemporâneos (Trazzi; Oliveira, 2016).

Essa abordagem reducionista contribui para a percepção da bioquímica como um conjunto de fórmulas, estruturas moleculares e reações químicas isoladas, limitando a capacidade dos estudantes de compreenderem os processos metabólicos como elementos constitutivos das interações ecológicas que sustentam os ecossistemas. Consequentemente, perde-se a oportunidade de explorar a natureza integrada da vida e de desenvolver uma compreensão sistêmica dos fenômenos biológicos.

Nas últimas décadas, os estudos multiespécies têm emergido como um importante campo interdisciplinar, reunindo contribuições da antropologia, ecologia, filosofia e estudos ambientais para compreender as relações entre seres humanos e outras formas de vida. Essa perspectiva questiona visões antropocêntricas e propõe reconhecer a existência de redes de interdependência biológica, ecológica e social que conectam organismos humanos e não humanos (Tsing, 2015; Haraway, 2016). Segundo Haraway (2016), os seres vivos não existem de forma isolada, mas constituem-se mutuamente por meio de processos de coexistência, colaboração e adaptação contínua.

Sob essa perspectiva, os conteúdos da bioquímica podem ser ressignificados no ensino de Biologia. Processos como a fotossíntese realizada pelas plantas, a respiração celular presente em organismos aeróbios e os diferentes tipos de fermentação conduzidos por microrganismos representam mecanismos metabólicos que evidenciam a profunda interdependência existente entre as espécies. O oxigênio produzido pelos organismos fotossintetizantes sustenta a respiração de animais e humanos; o dióxido de carbono liberado pelos organismos heterotróficos participa novamente dos processos fotossintéticos; e inúmeros microrganismos atuam na ciclagem de nutrientes e na manutenção dos fluxos energéticos dos ecossistemas. Tais relações demonstram que a vida é sustentada por uma complexa rede metabólica compartilhada.

Além de favorecer uma compreensão mais integrada da Biologia, essa abordagem encontra respaldo nos debates contemporâneos sobre sustentabilidade, conservação da biodiversidade e Saúde Única (One Health). O conceito de Saúde Única reconhece que a saúde humana, animal e ambiental são indissociáveis, exigindo abordagens educacionais capazes de evidenciar as conexões existentes entre diferentes formas de vida e seus ambientes. Nesse contexto, compreender os processos bioquímicos que regulam a circulação de matéria e energia nos ecossistemas torna-se essencial para a formação de

cidadãos capazes de interpretar criticamente os desafios socioambientais contemporâneos.

A relevância dessa discussão torna-se ainda mais evidente diante das crises ambientais globais observadas nas últimas décadas, incluindo as mudanças climáticas, a degradação dos ecossistemas e a perda acelerada da biodiversidade. Tais fenômenos possuem estreita relação com processos bioquímicos que regulam os ciclos biogeoquímicos do carbono, do nitrogênio e de outros elementos fundamentais para a manutenção da vida. Dessa forma, o ensino da bioquímica pode ultrapassar os limites tradicionais da sala de aula e contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica e ecológica dos estudantes.

Apesar das potencialidades dessa abordagem, observa-se uma lacuna na literatura educacional quanto à utilização dos estudos multiespécies como referencial teórico-metodológico para o ensino da bioquímica. Embora existam pesquisas voltadas ao ensino contextualizado de Ciências e à valorização das relações ecológicas, ainda são escassos os trabalhos que exploram as interações metabólicas entre humanos, animais, plantas e microrganismos como eixo estruturante para a aprendizagem dos conteúdos bioquímicos.

Desse modo, emerge a seguinte problemática de como superar a fragmentação tradicional do ensino de bioquímica e promover uma aprendizagem mais integrada, contextualizada e significativa no ensino de Biologia, a qual estabeleceu como questão norteadora da pesquisa: de que forma a perspectiva multiespécies pode contribuir para o ensino da bioquímica, favorecendo a compreensão das interações metabólicas que conectam humanos, animais, plantas e microrganismos?

Parte-se da hipótese de que a integração entre bioquímica e estudos multiespécies favorece a contextualização dos conteúdos, amplia a compreensão sistêmica dos processos vitais e contribui para a construção de uma aprendizagem mais significativa, crítica e interdisciplinar.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar as potencialidades da perspectiva multiespécies para o ensino de bioquímica no contexto da Biologia, destacando como as interações metabólicas entre humanos, animais, plantas e microrganismos podem

contribuir para a compreensão integrada dos processos que sustentam a vida e para a formação de uma consciência ecológica crítica.

2 Revisão da Literatura

2.1 Ensino de bioquímica e contextualização da aprendizagem

A bioquímica constitui uma das áreas fundamentais da Biologia por permitir a compreensão dos processos moleculares que sustentam a vida. Entretanto, diversos estudos apontam que seu ensino frequentemente é percebido pelos estudantes como complexo, abstrato e excessivamente centrado na memorização de conceitos, fórmulas e vias metabólicas, dificultando a aprendizagem significativa (Trazzi; Oliveira, 2016). Essa dificuldade decorre, em grande parte, da fragmentação dos conteúdos e da ausência de conexões explícitas entre os processos bioquímicos e situações vivenciadas pelos alunos.

Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem torna-se significativa quando novas informações são relacionadas a conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva do estudante. Nesse sentido, abordagens contextualizadas favorecem a compreensão dos fenômenos bioquímicos ao vinculá-los a processos biológicos observáveis, como alimentação, respiração, atividade física, produção de alimentos e funcionamento dos ecossistemas. Assim, o ensino de bioquímica demanda estratégias que promovam a integração entre diferentes níveis de organização biológica, desde as moléculas até os sistemas ecológicos.

2.2 Estudos multiespécies e interdependência biológica

Os estudos multiespécies emergiram nas últimas décadas como um campo interdisciplinar voltado à compreensão das relações entre seres humanos e outros organismos vivos. Essa perspectiva rompe com concepções antropocêntricas tradicionais e enfatiza que a vida se desenvolve por meio de redes complexas de interação, cooperação e dependência entre espécies (Tsing, 2015; Haraway, 2016).

Haraway (2016) propõe o conceito de “tornar-se com” (*becoming-with*), argumentando que humanos e não humanos constroem conjuntamente suas trajetórias evolutivas, ecológicas e sociais. De forma semelhante, Tsing (2015) destaca que a

sobrevivência das espécies depende de relações colaborativas estabelecidas em diferentes escalas ecológicas. Essas contribuições ampliam a compreensão da biodiversidade ao reconhecer que nenhum organismo existe de forma isolada.

No campo biológico, essa interdependência manifesta-se por meio de processos metabólicos compartilhados. A produção de oxigênio pelas plantas durante a fotossíntese, a respiração celular realizada por organismos aeróbios e a atuação de microrganismos na decomposição da matéria orgânica exemplificam conexões bioquímicas fundamentais para a manutenção da vida. Dessa forma, os estudos multiespécies oferecem uma base conceitual promissora para reinterpretar conteúdos de bioquímica sob uma perspectiva integrada e ecológica.

2.3 Bioquímica, Saúde Única e educação para a sustentabilidade

A crescente preocupação com as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a emergência de novas doenças têm impulsionado abordagens integradas que reconhecem a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental. Nesse contexto, destaca-se o conceito de Saúde Única (*One Health*), que propõe ações interdisciplinares voltadas à compreensão das conexões entre organismos e ecossistemas (WHO, 2023).

A educação científica possui papel estratégico nesse processo ao favorecer a formação de cidadãos capazes de compreender os impactos das atividades humanas sobre os ciclos naturais. Processos bioquímicos relacionados aos ciclos do carbono, nitrogênio e fósforo, por exemplo, influenciam diretamente fenômenos globais como aquecimento climático, eutrofização de corpos d'água e conservação da biodiversidade.

Autores como Capra e Luisi (2014) defendem a necessidade de uma alfabetização ecológica baseada na compreensão sistêmica da vida, na qual os fenômenos biológicos são entendidos como componentes interdependentes de redes complexas. Sob essa perspectiva, o ensino da bioquímica pode contribuir para a construção de uma consciência socioambiental crítica, aproximando os estudantes das questões ambientais contemporâneas e fortalecendo sua capacidade de interpretar os desafios da sustentabilidade.

Assim, a articulação entre bioquímica, estudos multiespécies e Saúde Única apresenta-se como uma alternativa inovadora para o ensino de Biologia, ao favorecer a

compreensão integrada dos processos metabólicos que conectam humanos, animais, plantas e microrganismos em uma mesma teia de vida.

3 Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica. A abordagem qualitativa permite compreender fenômenos educacionais a partir da interpretação de significados e concepções presentes na literatura (Minayo, 2014). O caráter exploratório e descritivo justifica-se pela busca de aprofundamento e sistematização do conhecimento acerca das interfaces entre o ensino de bioquímica e os estudos multiespécies (Gil, 2008).

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases SciELO, Portal de Periódicos CAPES, PubMed e Google Scholar, utilizando os descritores “ensino de bioquímica”, “bioquímica no ensino de biologia”, “multiespécies e educação”, “metabolismo compartilhado” e “interações metabólicas entre espécies”, em português e inglês.

Foram incluídos artigos científicos, livros, dissertações e teses que abordassem diretamente o ensino de bioquímica, os estudos multiespécies e temas correlatos, priorizando publicações dos últimos dez anos. Também foram consideradas obras clássicas relevantes para a fundamentação teórica do estudo. Foram excluídos trabalhos duplicados, incompletos ou sem relação direta com a temática investigada.

Após a seleção dos estudos, realizou-se leitura exploratória e analítica dos textos, seguida da organização do material em quatro eixos temáticos: (a) ensino de bioquímica; (b) estudos multiespécies e educação; (c) interações metabólicas entre espécies; e (d) estratégias pedagógicas interdisciplinares. A análise qualitativa permitiu identificar convergências teóricas, lacunas de conhecimento e potencialidades pedagógicas relacionadas à articulação entre bioquímica e perspectiva multiespécies.

4 Resultados e Discussões

4.1 Resultados da revisão bibliográfica

A análise dos estudos selecionados revelou que o ensino de bioquímica continua sendo apontado como um dos conteúdos mais desafiadores no ensino de Biologia. Os trabalhos analisados indicam que a abordagem tradicional, frequentemente centrada na memorização de conceitos, fórmulas e vias metabólicas, contribui para que os estudantes percebam a bioquímica como uma área abstrata e distante de sua realidade (Pereira Pinheiro; Calábria, 2025; Ferreira *et al*., 2023).

Os resultados também evidenciaram que estratégias de contextualização favorecem a aprendizagem dos conteúdos bioquímicos. Estudos sobre o ensino de fotossíntese e respiração celular demonstram que os estudantes apresentam melhor compreensão quando esses processos são relacionados a fenômenos ecológicos e situações do cotidiano (Trazzi; Oliveira, 2016).

Outro aspecto recorrente na literatura refere-se à crescente valorização das relações multiespécies para a compreensão dos processos biológicos. Os estudos de Haraway (2016) e Tsing (2015) destacam que a vida deve ser compreendida a partir das interdependências estabelecidas entre humanos, animais, plantas, fungos e microrganismos, rompendo com perspectivas estritamente antropocêntricas.

Os trabalhos relacionados à microbiologia e ao microbioma reforçam essa compreensão ao demonstrar que a saúde humana depende da interação contínua com comunidades microbianas responsáveis por processos metabólicos essenciais, como digestão, síntese de vitaminas e regulação imunológica (Berg *et al*., 2020; Ogunrinola *et al*., 2020).

Da mesma forma, estudos sobre fermentação evidenciam a participação histórica de fungos e bactérias na produção de alimentos e bebidas, demonstrando que diversas práticas culturais humanas são resultado de processos metabólicos compartilhados entre diferentes organismos (Voidarou *et al*., 2020). A síntese dos estudos analisados encontra-se apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese dos estudos selecionados e suas contribuições para a articulação entre bioquímica e perspectivas multiespécies.

Autor/Ano	Tema central	Principais contribuições para o estudo
Pereira Pinheiro; Calábria (2025)	Ensino de Bioquímica	Evidenciam as dificuldades de aprendizagem da bioquímica e a necessidade de metodologias contextualizadas.
Ferreira *et al*. (2023)	Ensino de Bioquímica e CTS	Demonstram que a contextualização social dos conteúdos favorece uma aprendizagem mais crítica e significativa.
Trazzi; Oliveira (2016)	Fotossíntese e respiração celular	Mostram que a compreensão dos processos metabólicos é ampliada quando associada a situações concretas e ecológicas.
Berg *et al*. (2020)	Microbioma	Destacam a dependência da saúde humana em relação às comunidades microbianas e às interações metabólicas.
Ogunrinola *et al*. (2020)	Saúde e microbiota	Evidenciam o papel dos microrganismos na digestão, imunidade e equilíbrio fisiológico.
Voidarou *et al*. (2020)	Fermentação e alimentos	Demonstram a cooperação metabólica entre humanos e microrganismos em práticas alimentares e culturais.
Haraway (2016)	Estudos multiespécies	Propõe a compreensão da vida como uma rede de relações e interdependências entre espécies.
Tsing (2015)	Interdependência ecológica	Discute a coexistência entre organismos e a construção coletiva da vida em ecossistemas compartilhados.
Margulis; Sagan (2002)	Simbiogênese	Evidenciam que a cooperação entre organismos foi fundamental para a evolução da complexidade biológica.

Fonte: Autores.

De maneira geral, os resultados indicam que os conteúdos bioquímicos tornam-se mais significativos quando contextualizados em processos ecológicos, relações multiespécies e situações concretas do cotidiano, favorecendo uma compreensão integrada da vida.

4.2 Discussão: Bioquímica e perspectivas multiespécies no ensino de Biologia

Os resultados obtidos permitem compreender que a integração entre bioquímica e estudos multiespécies representa uma alternativa promissora para superar a fragmentação historicamente presente no ensino de Biologia. Ao invés de abordar os processos

metabólicos como eventos isolados e restritos ao ambiente celular, a perspectiva multiespécies possibilita compreendê-los como elementos constituintes de redes ecológicas que conectam diferentes formas de vida.

A fotossíntese e a respiração celular constituem exemplos emblemáticos dessa interdependência. Enquanto organismos fotossintetizantes convertem energia luminosa em energia química e liberam oxigênio, organismos heterotróficos utilizam esse oxigênio para obtenção de energia, devolvendo dióxido de carbono ao ambiente. Essa dinâmica evidencia uma complementaridade metabólica que sustenta os fluxos de matéria e energia nos ecossistemas e reforça a compreensão da vida como um sistema integrado.

Sob uma perspectiva evolutiva, essa interdependência pode ser compreendida à luz da teoria da simbiogênese proposta por Margulis e Sagan (2002). Segundo os autores, estruturas celulares fundamentais, como mitocôndrias e cloroplastos, resultam de antigas associações simbióticas entre organismos distintos. Dessa forma, a cooperação biológica não constitui uma exceção, mas um dos mecanismos centrais para a evolução da complexidade da vida.

Os estudos sobre microbioma ampliam ainda mais essa discussão ao demonstrar que organismos humanos e animais mantêm relações metabólicas permanentes com comunidades microbianas que influenciam diretamente a saúde e o equilíbrio fisiológico. Esses achados reforçam as proposições de Haraway (2016) e Tsing (2015), segundo as quais a existência dos organismos depende de processos contínuos de coexistência e interdependência.

No contexto educacional, tais evidências oferecem importantes possibilidades pedagógicas. Atividades envolvendo fermentação de alimentos, compostagem, germinação de sementes, ciclos biogeoquímicos e estudos sobre microbiota permitem que os estudantes observem fenômenos bioquímicos em situações concretas, aproximando conceitos abstratos de experiências cotidianas. Além disso, favorecem a articulação entre Biologia, Química, Ecologia e Educação Ambiental, fortalecendo práticas interdisciplinares.

Essa abordagem também dialoga com os princípios da Saúde Única (One Health), ao evidenciar que a saúde humana, animal e ambiental está fundamentada em processos metabólicos compartilhados. Assim, o ensino da bioquímica deixa de se limitar à

compreensão de reações químicas intracelulares e passa a contribuir para a formação de uma consciência ecológica crítica, capaz de reconhecer as interdependências que sustentam a biodiversidade e a própria existência humana.

Dessa forma, a perspectiva multiespécies mostra-se capaz de ampliar o significado pedagógico da bioquímica, favorecendo aprendizagens contextualizadas, críticas e alinhadas aos desafios socioambientais contemporâneos. Mais do que compreender mecanismos moleculares, os estudantes passam a reconhecer a bioquímica como uma linguagem que explica as conexões que tornam possível a vida em rede.

4.3 Potencialidades Pedagógicas da Perspectiva Multiespécies no Ensino de Bioquímica

Os resultados da presente revisão indicam que a articulação entre bioquímica e estudos multiespécies apresenta potencial para superar uma das principais dificuldades do ensino de Biologia: a fragmentação dos conteúdos e a dissociação entre os processos moleculares e os fenômenos observáveis no cotidiano. Ao evidenciar as conexões metabólicas entre humanos, animais, plantas e microrganismos, essa abordagem favorece a construção de uma compreensão sistêmica da vida, aproximando os estudantes da complexidade dos fenômenos biológicos.

Sob a perspectiva da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel (2003), novos conhecimentos são incorporados de forma mais efetiva quando podem ser relacionados a conceitos previamente existentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Nesse sentido, compreender a fotossíntese, a respiração celular, a fermentação e as relações microbiológicas a partir de situações concretas e ecologicamente contextualizadas favorece a atribuição de significado aos conteúdos bioquímicos, reduzindo a percepção de abstração frequentemente associada a essa área do conhecimento.

A perspectiva multiespécies também dialoga com os pressupostos da interdisciplinaridade. Conforme argumenta Fazenda (2011), a interdisciplinaridade não consiste apenas na integração de disciplinas, mas na construção de relações entre saberes capazes de ampliar a compreensão da realidade. Aplicada ao ensino de bioquímica, essa abordagem permite articular conhecimentos de Biologia, Química, Ecologia, Saúde e

Ciências Ambientais, contribuindo para uma formação científica mais integrada e contextualizada.

Outro aspecto relevante refere-se à alfabetização científica e ecológica. Segundo Capra e Luisi (2014), os desafios contemporâneos exigem uma compreensão sistêmica dos fenômenos naturais, baseada no reconhecimento das interdependências que sustentam os ecossistemas. Ao explorar as relações metabólicas entre organismos, o ensino de bioquímica pode contribuir para o desenvolvimento de uma visão ecológica capaz de relacionar processos microscópicos a questões globais, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade e sustentabilidade ambiental.

Essa perspectiva aproxima-se ainda dos princípios da Saúde Única (One Health), que reconhece a interdependência entre saúde humana, animal e ambiental. Assim, o estudo de microbiomas, ciclos biogeoquímicos e processos metabólicos compartilhados possibilita aos estudantes compreenderem que a manutenção da vida depende de redes complexas de interação entre organismos e ambientes, ampliando a percepção sobre os impactos das ações humanas nos sistemas naturais.

Além de favorecer a aprendizagem conceitual, a abordagem multiespécies contribui para reflexões éticas acerca das relações entre seres humanos e demais formas de vida. Haraway (2016) argumenta que a existência é construída em processos contínuos de coexistência e corresponsabilidade entre espécies. Inserida no ensino de Biologia, essa perspectiva pode estimular o desenvolvimento de valores relacionados à conservação da biodiversidade, ao respeito às diferentes formas de vida e à responsabilidade socioambiental.

Dessa forma, a integração entre bioquímica e estudos multiespécies não deve ser compreendida apenas como uma estratégia didática, mas como uma possibilidade de renovação epistemológica do ensino de Ciências. Ao deslocar o foco de conteúdos isolados para as relações que sustentam a vida, essa abordagem contribui para a formação de estudantes capazes de compreender a complexidade dos sistemas biológicos e os desafios socioambientais que caracterizam o século XXI.

5 Considerações finais

A presente pesquisa teve como objetivo analisar as potencialidades da perspectiva

multiespécies para o ensino de bioquímica no contexto da Biologia, destacando as interações metabólicas que conectam humanos, animais, plantas e microrganismos. A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível verificar que a articulação entre esses campos constitui uma abordagem promissora para superar a fragmentação tradicional do ensino de bioquímica e promover uma compreensão mais integrada dos processos que sustentam a vida.

Os estudos analisados evidenciaram que conteúdos frequentemente considerados abstratos, como fotossíntese, respiração celular, fermentação e microbioma, tornam-se mais significativos quando contextualizados nas relações ecológicas e metabólicas estabelecidas entre diferentes organismos. Sob essa perspectiva, a bioquímica deixa de ser compreendida apenas como um conjunto de reações químicas intracelulares e passa a ser reconhecida como uma linguagem capaz de explicar as conexões que estruturam os ecossistemas e garantem a manutenção da biodiversidade.

A literatura também demonstrou que os estudos multiespécies oferecem contribuições relevantes para o ensino de Ciências ao estimular uma visão sistêmica da vida, fundamentada na interdependência entre organismos e ambientes. Essa abordagem favorece a interdisciplinaridade, aproxima os conteúdos científicos das experiências cotidianas dos estudantes e amplia as possibilidades de discussão sobre temas contemporâneos, como sustentabilidade, mudanças climáticas, conservação da biodiversidade e Saúde Única.

Os resultados encontrados corroboram a hipótese inicialmente proposta, indicando que a integração entre bioquímica e perspectivas multiespécies pode contribuir para a construção de aprendizagens mais significativas, críticas e contextualizadas. Além de favorecer a compreensão dos processos metabólicos, essa articulação fortalece a formação de uma consciência ecológica capaz de reconhecer que a existência humana está profundamente vinculada às demais formas de vida.

Entretanto, a revisão também evidenciou a escassez de estudos que abordem explicitamente a interface entre bioquímica, educação e estudos multiespécies, revelando a necessidade de ampliação das pesquisas nessa área. Nesse sentido, recomenda-se que investigações futuras desenvolvam e avaliem propostas didáticas aplicadas à educação

básica, explorando atividades interdisciplinares que integrem conteúdos bioquímicos, relações ecológicas e princípios da Saúde Única.

Por fim, conclui-se que a perspectiva multiespécies representa não apenas uma estratégia pedagógica inovadora, mas também uma oportunidade de ressignificar o ensino da bioquímica, contribuindo para a formação de estudantes capazes de compreender a vida em sua complexidade, diversidade e interdependência, em consonância com os desafios socioambientais do século XXI.

Referências

AUSUBEL, David Paul. ***Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.*** Lisboa: Plátano, 2003.

BERG, Giorgio et al. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. ***Microbiome,*** London, v. 8, n. 103, 2020.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. ***A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas.*** São Paulo: Cultrix, 2014.

FERREIRA, A. S. et al. Ensino de bioquímica: uma abordagem fundamentada nas premissas do movimento CTS. ***Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias***, v. 22, n. 3, p. 592-611, 2023.

FERRI, Mário Guimarães. ***Fisiologia vegetal.*** 2. ed. São Paulo: EPU, 2013.

GIL, Antônio Carlos. ***Métodos e técnicas de pesquisa social.*** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HARAWAY, Donna J. ***Staying with the trouble: making kin in the Chthulucene.*** Durham: Duke University Press, 2016.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. ***Educação e Pesquisa,*** São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. ***Fundamentos de metodologia científica.*** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARGULIS, Lynn; SAGAN, Dorion. ***Acquiring genomes: a theory of the origins of species.*** New York: Basic Books, 2002.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. ***O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.*** 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MORIN, Edgar. ***Introdução ao pensamento complexo*.** Porto Alegre: Sulina, 2005.

OGUNRINOLA, Grace A. et al. The human microbiome and its impacts on health. ***International Journal of Microbiology*,** London, v. 2020, Article ID 8045646, 2020.

PEREIRA PINHEIRO, A. C.; CALÁBRIA, L. K. Dificuldades no ensinar e aprender bioquímica: a videoaula como ferramenta educacional. ***Revista de Ensino de Bioquímica*,** 2025.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. ***Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SIONEK, B. Bioquímica, microbioma e saúde humana: perspectivas contemporâneas. ***Revista de Ciências Biológicas e da Saúde*,** v. 5, n. 2, p. 45-59, 2023.

TRAZZI, Patrícia Silva; OLIVEIRA, Andréia Guerra de. O processo de apropriação dos conceitos de fotossíntese e respiração celular por alunos em aulas de Biologia. ***Revista de Ensino de Biologia*,** v. 9, n. 2, p. 45-60, 2016.

TSING, Anna Lowenhaupt. ***The mushroom at the end of the world: on the possibility of life in capitalist ruins*.** Princeton: Princeton University Press, 2015.

UNESCO. ***Education for Sustainable Development Goals: learning objectives*.** Paris: UNESCO, 2017.

VOIDAROU, Chrysa et al. Fermentative foods: microbiology, biochemistry, potential human health benefits and public health issues. ***Foods*,** Basel, v. 9, n. 1, p. 69, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. ***One Health Joint Plan of Action (2022–2026)*.** Geneva: WHO, 2023.